

学校编码: 10384
学号: 23320091152815

分类号____密级____
UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

GSM Femto 网关设计与实现

Design And Implementation Of GSM Femto Gateway

张赵中

指导教师姓名: 黄联芬副教授
专 业 名 称: 通信与信息系统
论文提交日期:
论文答辩时间:
学位授予日期:

答辩委员会主席: _____

评阅人: _____

2012 年 6 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月

摘 要

在移动通信网迅猛发展的今天，GSM 网络仍是当今世界上用户最多、范围最广和产业链最成熟的网络，在相当长的时间内仍然要扮演着重要的角色。

另一方面，Femto 是一种扁平化的架构，能够将移动，固定和宽带业务融合在一起，被认为是解决室内覆盖问题的最佳途径，迅速影响着人们的生活。因此，研究 GSM Femto 网络架构具有重要现实意义。GSM Femto 网络的优点是能为用户提供优质的服务，为运营商节省投资，迎合了当前移动通信网络 IP 化和扁平化的发展趋势。因此研究基于 GSM Femto 网络及网关设计具有非常重要应用价值。

本文研究了 GSM Femto 网络架构，它是一种扁平化的架构，具有家庭基站 HNB 和家庭基站网关 HNB-GW。针对 GSM HNB-GW 进行深入地研究，用 HNB 代替传统 GSM 网络的 BTS，且在 HNB 中引入了 HNBAP 协议。并根据模块化的设计方法，设计实现了一种 GSM Femto 网关。网关共分成 4 个模块，分别是信令、接入，编码转换和速率适配及转接模块。信令模块主要是处理信令，接入模块主要是进行 Abis 接口侧信令和数据的转发，编码转换和速率适配模块主要进行语音数据的转码以进行速率的适配，转接模块主要是完成 A 接口侧数据的转接和信令的转发工作。其中，信令模块是整个网关的中枢所在，指挥着其他模块的工作。另外，GSM Femto 接口中改变了 Abis 接口，传统 GSM 的 Abis 接口采用 E1 方式，独占性比较好，但是资源利用率过低，而 GSM Femto 为全 IP，并且在 ATCA 平台上实现了网关，打通电话。通过人的主观评测，语音质量跟实际商用的 GSM 网络不相上下。

进一步可在 GSM Femto 网关中加入 Gb 接口，将网关的语音处理功能进行扩展，并将网关中的信令模块改成多线程处理方式，可进一步扩展网关的功能。

关键字：GSM；Femto；网关；ATCA

Abstract

With the rapid development of mobile communication network, GSM also has the largest number of users; the most widely used industrial chain. GSM network will still play an important role in a long time.

As to Femto, it has a flat architecture and could put the business of mobile, fixed and broadband together. Femto is thought to be the best way to solve the problem of indoor coverage, and has a great impact on people's lives. Hence, doing the research on GSM Femto network architecture has a important practical significance. The advantage of GSM Femto network is that it could provide excellent service for users, save money for operators, and coincides with the trend of the evolution of the mobile communication network of IP and flat. Therefore, there are great application value to study GSM Femto network and gateway design.

This paper studies the architecture of GSM Femto network with HNB and HNB-GW, replacing traditional BTS of GSM with HNB and brings HNBAP protocol in HNB based on the deep research on HNB-GW of GSM. After that it gives a design of GSM Femto gateway according to modular design method. This gateway can be internally divided into four modules, namely the signaling module, the access module, transcoding and rate adaptation module and switch module. Signaling module handles signaling, access module forward the signaling and data on Iuh interface side, and transcoding and rate adaptation module is used to transcode of voice data to adapt rate, switch module complete data transfer and signaling forwarding on A interface side. Among them, the signaling module is pivot in the whole system, and directs work of the other modules. The gateway has been achieved on the ATCA platform, and it can work. According to subjective evaluation, voice quality is comparable with the actual commercial GSM network.

Further on, Gb interface is added to GSM Femto gateway and the voice processing function of gateway is expanded. We can increase the performance of gateway further more by changing signaling module to multi-threads.

Key Words:GSM;Femto;Gateway;ATCA

厦门大学博士论文摘要库

目 录

第一章 绪 论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 GSM 网络简介	1
1.1.2 Femto 简介	2
1.1.3 GSM Femto 简介	4
1.2 国内外研究现状及发展趋势	5
1.3 论文研究内容及章节安排	6
第二章 GSM Femto 网关基本原理	7
2.1 网关基本功能简介	7
2.1.1 信令处理功能	7
2.1.2 路由功能	7
2.1.3 编码转换和速率适配功能	7
2.1.4 数据转接功能	8
2.2 基于 Femto 架构的网关基本原理	8
2.3 相关协议简介	9
2.3.1 HNBAP	9
2.3.2 BSSAP	10
2.3.3 SCTP	13
2.3.4 MTP2 和 MTP3	18
2.3.5 SCCP	25
2.3.6 RTP	31
2.3.7 ITDM	31
2.4 本章小结	32

第三章 基于 Femto 网关功能模块设计	33
3.1 系统平台简介	33
3.1.1 ATCA 平台简介	33
3.1.2 AMC 夹层卡简介	36
3.2 基于 Femtocell 网关模块设计	38
3.2.1 信令模块	38
3.2.2 接入模块	41
3.2.3 编码转换和速率适配模块	42
3.2.4 转接模块	44
3.3 基于 Femto 网关接口设计	45
3.3.1 网关内部模块之间的接口分析	45
3.3.2 网关与外部的接口分析	47
3.4 本章小结	47
第四章 网关系统功能测试及性能分析	48
4.1 网关测试系统	48
4.2 呼叫流程	49
4.3 挂机流程	53
4.4 实测信令流程分析	54
4.4.1 UE_REGISTER_REQUEST	54
4.4.2 CM_Service_Request	55
4.4.3 Assignment Request	55
4.4.4 Clear Command	56
4.5 性能分析	56
4.6 本章小结	57
第五章 总结及展望	58
5.1 总结	58
5.2 展望	59

参考文献	60
攻读硕士学位期间撰写与发表的论文	63
致谢语	64

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Research Background.....	1
1.1.1 Brief Introduction Of GSM	1
1.1.2 Brief Introduction Of Femto	2
1.1.3 Brief Introduction Of GSM Femto.....	4
1.2 Research Situation And Development Trend	5
1.3 Research Contents And Chapter Arrangement.....	6
Chapter 2 Fundamental Of Gateway Based On Femto Architecture .	7
2.1 Brief Introduction Of Gateway Bsaic Function.....	7
2.1.1 Signal Handling Function.....	7
2.1.2 Route Functon.....	7
2.1.3 Transcode And Rate Adapter Functin.....	7
2.1.4 Data Switch Function	8
2.2 Fundamental Of Gateway Based On Femto Architecture.....	8
2.3 Brief Introduction Of Relevance Protocol	9
2.3.1 HNBAP.....	9
2.3.2 BSSAP.....	10
2.3.3 SCTP	13
2.3.4 MTP2 And MTP3.....	18
2.3.5 SCCP	25
2.3.6 RTP	31
2.3.7 ITDM.....	31
2.4 Chapter Summary	32
Chapter 3 Design Of Gateway Function Moudle Based On Femto...	33

3.1 Brief Introduction Of System Platform	33
3.1.1 Brief Introduction Of ATCA Platform.....	33
3.1.2 Brief Introduction Of AMC Card.....	36
3.2 Design Of Femto Gateway Function Moudle.....	38
3.2.1 Signal Moudle	38
3.2.2 Access Moudle	41
3.2.3 Transcode And Rate Adapter Moudle	42
3.2.4 Switch Moudle	44
3.3 Interface Design Of Femto Gateway	45
3.3.1 Interface Analysis Among Gateway Internal Moudles.....	45
3.3.2 Interface Analysis Between Gateway And External	47
3.4 Chapter Summary	47
Chapter 4 Gateway Function Test And Performance Analysis	48
4.1 Gateway Test System	48
4.2 Call Flow	49
4.3 Hangup Flow.....	53
4.4 Actual Measurement Signal Flow Analysis	54
4.4.1 UE_REGISTER_REQUEST	54
4.4.2 CM_Service_Request.....	55
4.4.3 Assignment Request	55
4.4.4 Clear Command	56
4.5 Performance Analysis	56
4.6 Chapter Summary	57
Chapter 5 Summary And Outlook	58
5.1 Summary	58
5.2 Outlook.....	59
References	60
Publications	63

Acknowledgements	64
-------------------------------	-----------

厦门大学博士论文摘要库

第一章 绪论

1.1 研究背景

1.1.1 GSM 网络简介

GSM (Global System For Mobile Communications) 网络由欧洲电信标准组织 (ETSI) 制订的一个时分多址技术数字移动通信标准, 自 90 年代中期投入商用以来, 被全球超过 100 个国家超过 10 亿人使用, 设备占据当前全球蜂窝移动通信设备市场 80% 以上, 是世界上目前商用最广的移动通信网络。

GSM 网络的构成主要有两大部分, 如图 1-1 所示, 第一部分是接入网, 第二部分是核心网。

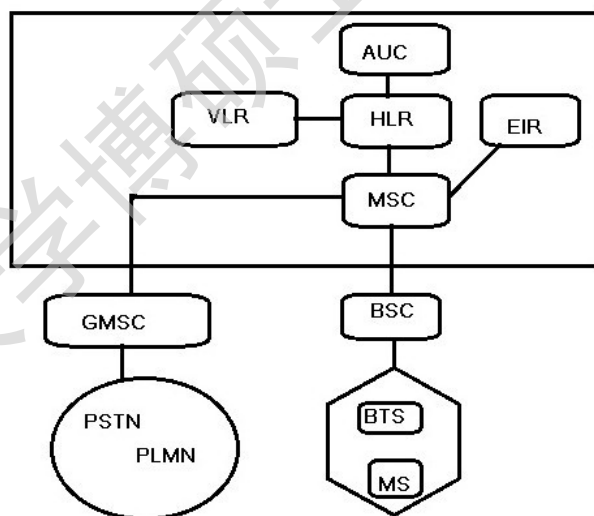


图 1-1 GSM 网络架构

接入网主要负责把用户数据接入到核心网, 主要有 MS (Mobile Station, 移动台), BTS (Base Transceiver Station, 基站收发信台) 和 BSC (Base Station Switching Center, 基站交换中心) 三个功能实体, MS 完成用户的呼叫发起和建立及相关的功能, BTS 主要完成与手机的无线电信号的通信, BSC 一般控制多个基站,

负责将 BTS 接收和发送的数据处理转发到核心网。

核心网主要负责用户数据的传输、处理以及网络的维护和计费等相关的功能。主要有以下五个功能实体：一是 MSC (Mobile Switching Center, 移动交换中心), 负责数据的汇聚和转发; 第二个是 AUC (Authentication Center, 鉴权中心), 负责用户鉴权准入工作; 第三个是 VLR (Visit Location Register, 访问位置寄存器), 主要用于漫游用户的数据存储; 第四个是 HLR (Home Location Register, 归属位置寄存器), 主要是存储属于本 MSC 的用户数据; 最后一个 EIR (Equipment Identifier Register, 设备标识寄存器), 主要是存储网络中的设备相关的信息。

系统中还有一个 GMSC (Gateway Mobile Switching Center), 主要是移动通信网与固定电话网的接口, 负责两网之间的通信。它们之间协同工作使得整个网络能运转起来。

GSM 有一用户身份模块 (SIM), 即 SIM 卡。SIM 卡是一个保存用户数据和电话本的可拆卸智能卡 IC。SIM 卡的容量有 16KB、32KB 以及 64KB 等几种, 其中常见的 16KB 卡一般可以存放 200 组电话号码及其对应的姓名文字, 40 组短信信息、5 组以上最近拨出的号码、SIM 卡密码 (PIN)。

GSM 网络根据蜂窝半径和覆盖面积不同可分为四种蜂窝单元: 巨蜂窝, 微蜂窝, 微微蜂窝 (Femto) 和伞蜂窝。巨蜂窝覆盖几公里到几十公里的范围, 如通常基站天线安装在天线杆或者建筑物顶上; 微蜂窝覆盖面积几百米到几公里的范围, 如通常是那些天线高度低于平均建筑高度的那些, 一般用于市区内; 微微蜂窝覆盖几十米的范围, 如通常主要用于室内; 伞蜂窝覆盖几米到几十米的范围, 通常用于更小的蜂窝网的盲区, 填补蜂窝之间的信号空白区域。蜂窝半径范围根据天线高度、增益和传播条件可以从百米以上至数十公里。实际使用的最长距离 GSM 规范支持到 35 公里^[3]。

1.1.2 Femto 简介

有研究表明 70% 的移动业务发生在室内^[2], 可见移动通信网的室内覆盖是多么的重要。在室内, 由于无线电的穿透性的原因, 使得室内覆盖成为移动通信的

关键技术之一，因此采用目前流行的覆盖方案，那就是微微蜂窝，即 Femto 技术。

Femto 的概念最早由英国的 Ubiquisys 公司提出^{[1][2]}，被称为家庭基站，被业界广泛地认为是解决室内覆盖问题的最佳途径。Femto 是一种新兴的热点覆盖技术，也是固定网络与移动网络融合的一种方式。它是一种低发射功率、小范围覆盖和以固定宽带接入网络为回程，主要面向家庭应用的小基站设备。用户通过 Femto 就能实现其所有的通信需求，并享受业务在不同接入模式中的融合漫游，大大增加用户粘性，帮助运营商巩固用户规模并发展家庭用户，节省投资。Femto 借助于固定宽带接入作为其回程，没有站址选取和建设维护方面的投入，大大降低运营商在网络建设方面的投资。

Femto 是一个低功耗的无线接入点，使家庭彻底摆脱网线的限制，可以在家里任何地方高速上网，用户数据通过 Femto 集中到 Femto 网关，通过 Femto 网关接入到运营商的核心网。在核心网内部，通过 Femto 传输的数据与通过传统宏蜂窝传输到核心网的数据的处理方法没有任何区别，这有效的保护了运营商的投资，为手机或其他移动终端提供高速的网络连接，为用户提供室内的高质量的多媒体业务服务，将在未来 5-10 年彻底改变用户使用移动网络的方式。

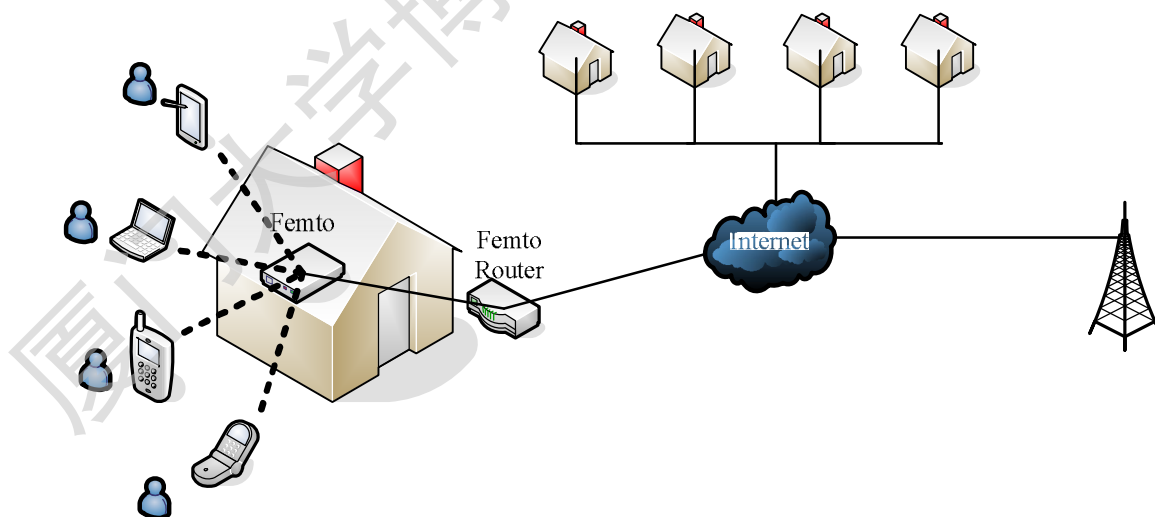


图 1-2 Femto 系统基本架构

图 1-2 为 Femto 系统的基本架构，Femto 通过宽带路由器将用户的移动终端连接到 Internet。一般来说一个 Femto 可以至少同时为 4 个用户提供语音或数据

服务，支持 HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) 的 Femto 可以提供 3.9Mbps 或更高的下载速率^[30]。在基本架构上新增了一个网元，即 Femto 网关 (Femto Gateway)，同时运营商还可通过网管平台对每个 Femto 进行性能监控、配置、故障检测，从而保证用户可以通过 Femto 得到高质量的语音和数据服务。

1.1.3 GSM Femto 简介

Femto 作为一种室内覆盖技术，正在改变着人们的生活，虽然 Femto 技术的概念来源于 3G 网络，但是它与 GSM 网络没有冲突，只要对传统的 GSM 网络稍加改造，就可以得到 GSM Femto 的新型网络架构。

正如上一小节介绍的 GSM 网络的基本架构^[4]主要有接入网和核心网两大部分构成，接入网主要是为用户接入核心网服务的，核心网提供用户数据的传输，计费，寻呼路由等功能。显然 Femto 作为一种室内接入技术，因此应该与 GSM 网络在接入网中结合，由此得到了 GSM Femto 架构，如图 1-3 所示。

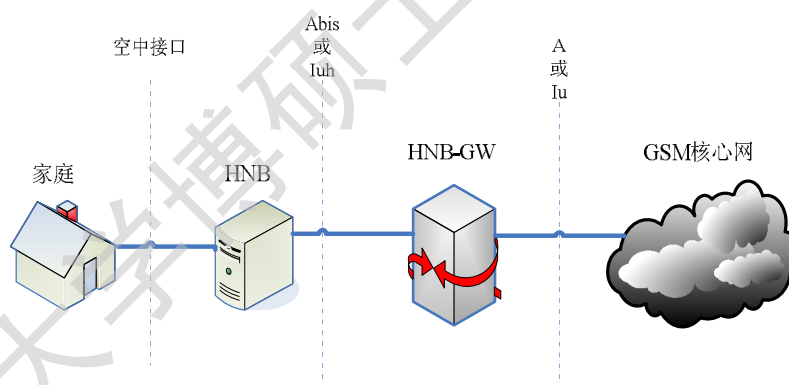


图 1-3 GSM Femto 架构

从图 1-3 中可以看出，HNB 和 HNB-GW 代替了传统 GSM 网络中的 BTS 和 BSC，发挥着大体相似的作用。其中传统的 GSM 网络 BTS 和 BSC 之间的接口称为 Abis 接口^{[5][6]}，BSC 和 MSC 之间的接口称为 A 接口，在 Femto 的架构下，HNB-GW 和 HNB 之间的接口称为 Iuh 接口，HNB-GW 与核心网之间的接口称为 Iu 接口。因此这两个接口的称呼以后不再做区分。

一个家庭通过一个 HNB 来实现它的接入需求，HNB 通过 HNB-GW 来接入核心网，这样就构成了 GSM Femto 网络的整体架构。它们结合了 GSM 网络和

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.